1. 전기 블랙박스: 전기용량형 변위 센서

진동수 f로 진동하는 이완 발진기의 한 부품인 전기용량 C의 축전기에서 f와 C 사이의 관계는 다음과 같다.

$$f = \frac{\alpha}{C + C_S}$$

여기서 α는 상수이고 C_S는 회로의 표유 전기용량이다. 진동수 f는 디지털 진동수 측정기로 볼 수 있다.

이 실험에서 주어진 전기 블랙박스는 평행판 축전기이다. 각 판은 기하학적 모양이 같은 작은 이빨 여러 개로 이루어져 있다. 위판을 아래판에 대해 수평으로 옮기면 C의 값을 바꿀 수 있다. 두 판 사이에는 유전체 판이 한 장 있다.

장비: 이완 발진기, 이완 발진기의 진동수를 재는 디지털 멀티미터, 전기용량을 아는 축전기 한 벌, 전기 블랙박스, 배터리.

주의: 배터리 전압을 확인하고 9 V보다 낮으면 새것을 요청하십시오. 스위치 켜는 것을 잊지 마십시오.

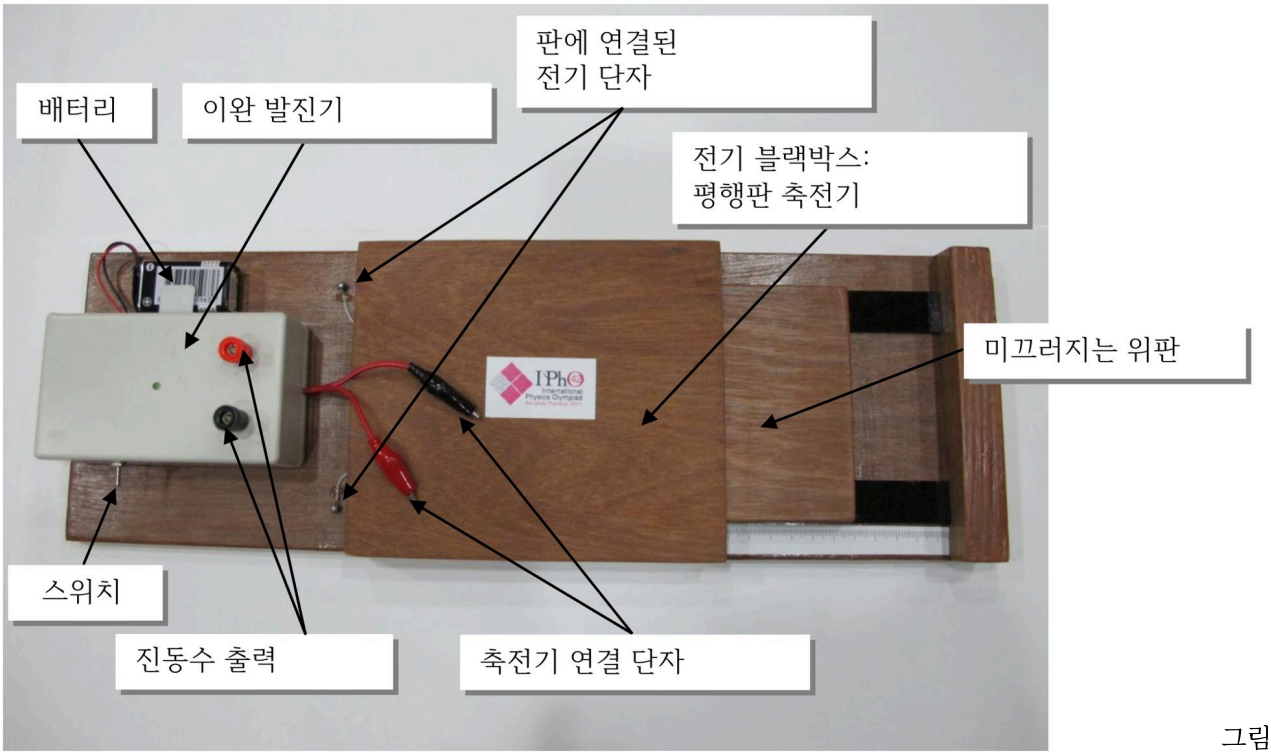


그림 1

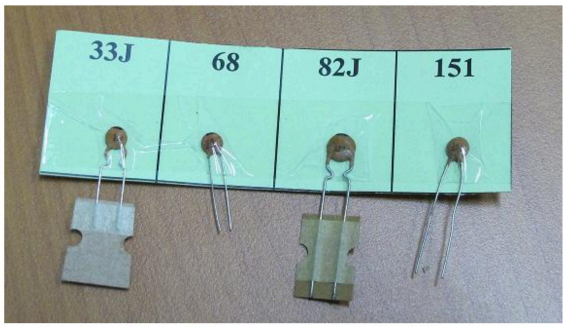


그림 2 축전기



그림 3 진동수를 재는 디지털 멀티미터

표 1 공칭 전기용량 값

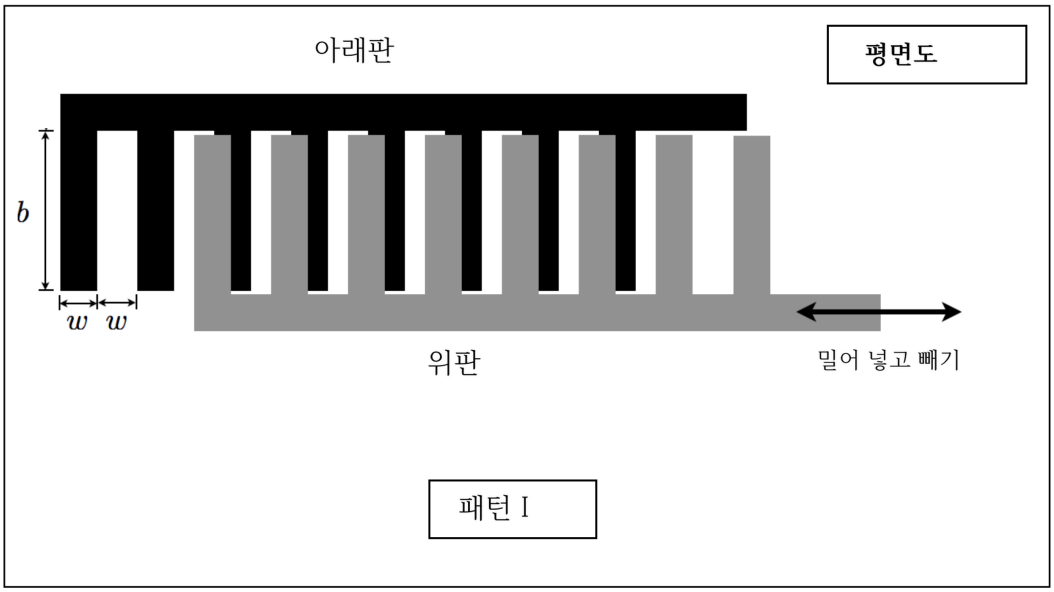
코드	전기용량 값 (pF)
33J	34 ± 1
68	68 ± 1
82J	84 ± 1
151	150 ± 1

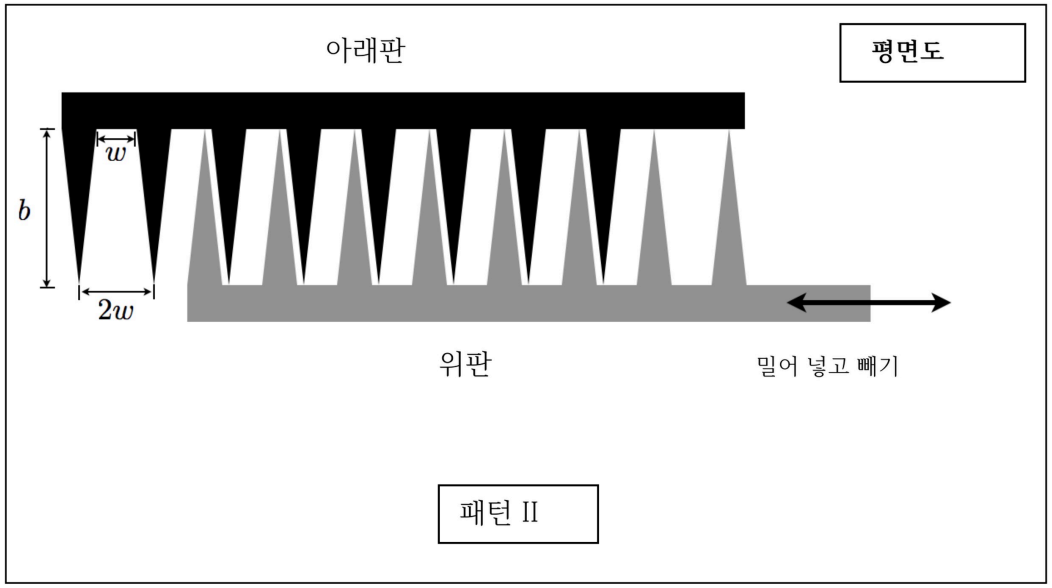
파트 1. 보정

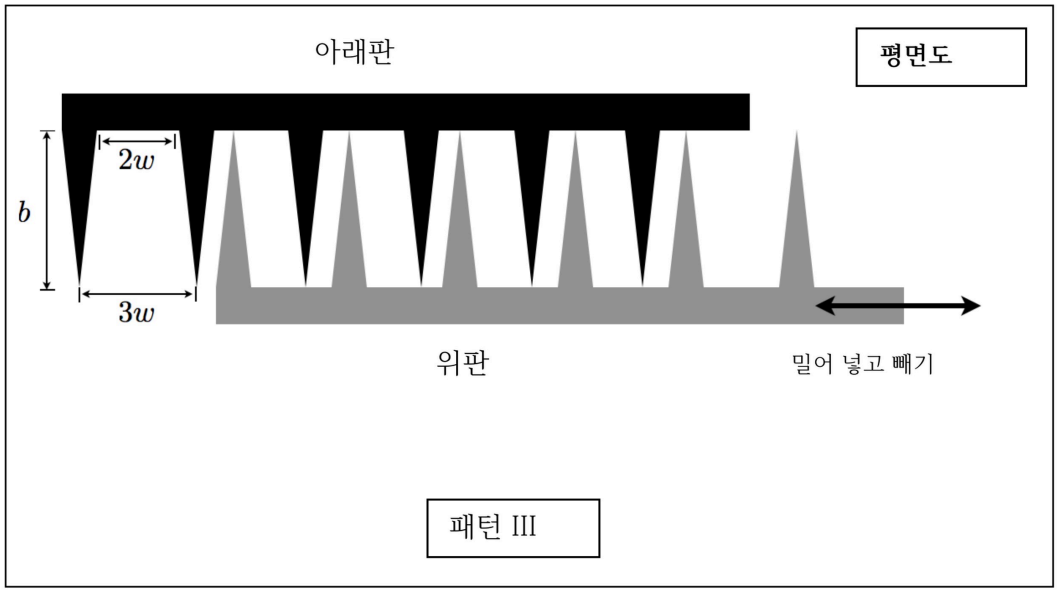
전기용량을 아는 축전기들로 f를 측정하시오. 알맞은 그래프를 그려 α와 C_S의 값을 구하시오. 오차 분석은 필요 없다. **[3.0점]**

파트 2. 평행판 축전기의 기하학적 모양 구하기 **[6.0점]**

가능한 기하학적 모양 세 가지가 다음과 같이 패턴 I, 패턴 II, 패턴 III으로 주어져 있다.







각 패턴에 대해, 위판의 위치에 대한 C의 예상 그래프를 정성적으로 그리되 x축에 이름을 붙이시오. 그다음 위판의 위치에 따른 f를 측정하시오. 그래프를 그리고, 이 그래프들로부터 평행판 축전기의 패턴과 치수(b와 w의 값)를 추론하시오. 위판과 아래판 사이의 간격 d는 0.20 mm이다. 판 사이 유전체 판의 유전 상수는 $K = 1.5$이다. 자유 공간의 유전율은 $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \mathrm{Fm}^{-1}$이다. 오차 분석은 필요 없다.

파트 3. 디지털 캘리퍼의 분해능 **[1.0점]**

평행판의 상대 위치를 바꾸면 전기용량이 어떤 패턴으로 변한다. 이 장치는 길이를 재는 디지털 캘리퍼로 쓸 수 있다. 이 실험의 평행판 축전기를 디지털 캘리퍼로 쓴다면, 파트 2의 실험 자료로 그 분해능, 즉 진동수 값 $f \approx 5$ kHz에서 잴 수 있는 가장 작은 거리를 어림하시오. 최종 답의 오차 어림은 필요 없다.